

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-313756  
(43)Date of publication of application : 29.11.1996

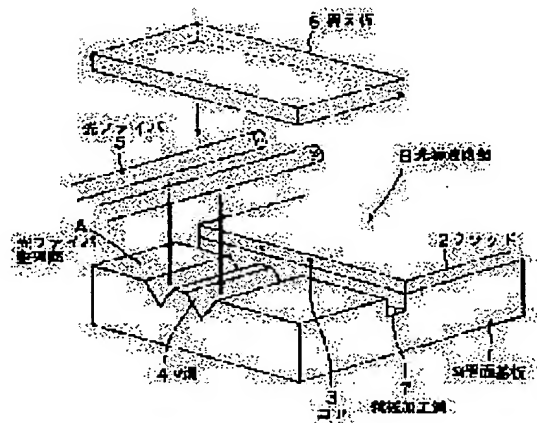
(51)Int.Cl. G02B 6/30

(21)Application number : 07-119457 (71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP <NTT>  
(22)Date of filing : 18.05.1995 (72)Inventor : HIBINO YOSHINORI  
HANAWA FUMIAKI  
YASU MITSUHO  
YANAGISAWA MASAHIRO

## (54) PLANE OPTICAL CIRCUIT PARTS WITH OPTICAL FIBER FIXING GROOVE AND ITS PRODUCTION

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To make it possible to inexpensively connect optical fibers to plane optical circuit parts with high reliability.  
**CONSTITUTION:** Anisotropic etching (wet etching) of Si(silicon) with which accuracy is easily obtainable is used for groove formation in order to make the accuracy of the optical fiber fixing V-grooves 4 within the plane of an Si plane substrate 1 uniform. Optical fiber aligning parts A are covered with a plate of a suitable shape after the wet etching of the Si plane substrate 1 to prevent the formation of glass films in this part A. An optical waveguide part B is produced by forming a clad film and a core film and thereafter, the plate covering the part described above is removed.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 21.10.1999  
[Date of sending the examiner's decision of rejection] 26.02.2002  
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]  
[Date of final disposal for application]  
[Patent number]  
[Date of registration]  
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]  
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]  
[Date of extinction of right]

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

for us

15F037 us

(3)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-313756

(43) 公開日 平成8年(1996)11月29日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

G 0 2 B 6/30

識別記号

庁内整理番号

F I

G 0 2 B 6/30

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平7-119457

(22) 出願日 平成7年(1995)5月18日

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社  
東京都新宿区西新宿三丁目19番2号

(72) 発明者 日比野 善典

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日  
本電信電話株式会社内

(72) 発明者 堀 文明

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日  
本電信電話株式会社内

(72) 発明者 安 光保

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日  
本電信電話株式会社内

(74) 代理人 弁理士 光石 俊郎 (外2名)

最終頁に続く

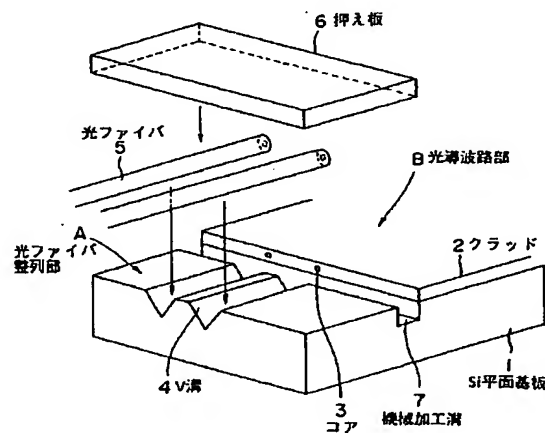
(54) 【発明の名称】 光ファイバ固定溝付き平面光回路部品およびその作製方法

(57) 【要約】

【目的】 平面光回路部品における安価で信頼性の高い光ファイバ接続を可能にすること。

【構成】 Si平面基板1面内の光ファイバ固定用V溝4の精度を均一にするために、溝形成に精度の出やすいSi(シリコン)の異方性エッチング(ウェットエッチング)を用い、Si平面基板1のウェットエッチングの後に、光ファイバ整列部Aを適当な形状の板で覆って、同部Aにガラス膜を形成しないようにして、クラッド膜とコア膜を形成して光導波路部Bを作製し、その後覆っていた板を除去する。

基本的実施例



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 平面基板上に作製された光導波路部と該光導波路部に接した光ファイバ整列部より構成され、前記光導波路部は、少なくともコアと該コアよりも屈折率の低いクラッドよりなる光導波路よりなり、前記光ファイバ整列部は前記平面基板上に作製され、且つ前記コアと連続する光ファイバ固定用溝よりなる光ファイバ固定溝付き平面光回路部品において：前記光ファイバ整列部の前記光ファイバ固定用溝近傍は前記平面基板が露出していることを特徴とする光ファイバ固定溝付き平面光回路部品。

【請求項2】 平面基板上にコア及び該コアよりも屈折率の低いクラッドよりなる光導波路部を作製する光導波路部作製工程と、前記平面基板上の前記光導波路部以外の領域に光ファイバ固定用溝を形成する光ファイバ整列部作製工程よりなり、前記光導波路部作製工程のうち、前記光ファイバ整列部作製工程よりも後に行われる工程では、前記光ファイバ整列部をカバーで覆うこと、前記光導波路作製工程の終了後に前記カバーを除去する工程を有すること、を特徴とする光ファイバ固定溝付き平面光回路部品の作製方法。

【請求項3】 前記カバーを除去する工程の後、光導波路端面を研磨する工程を有すること、を特徴とする請求項2記載の光ファイバ固定溝付き平面光回路部品の作製方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、光ファイバ固定溝付き平面光回路部品およびその作製方法に関し、安価で簡易な、しかも信頼性の高い光ファイバとの接続を可能にするものである。

【0002】

【従来の技術】最近、平面基板上にコアとクラッドよりなる光導波路を形成して各種の光回路（PLC）部品を構成しようとする研究開発が盛んに進められており、光通信や光ネットワークに応用されようとしている。

【0003】上記の平面基板上に作製された光回路部品を実際のシステムで使用する場合、光信号の入出力用に、光ファイバを接続する必要がある。

【0004】従来より、光回路部品と光ファイバの接続法の一つとして、平面基板に高精度の溝を加工し、この溝に光ファイバを固定することにより無調芯で光ファイバと光回路部品を接続する方法が試みられてきた。図8に、従来の光ファイバ接続法の概念を表わす接続構造を示す。図8中の各符号で、101はSi（シリコン）平面基板、102はクラッド、103はコア、104はV溝、105は単一モード光ファイバを示している。コア103とクラッド102より光導波路が構成されている。

【0005】従来、図8に接続構造を実際に作製するには、

（1）クラッド102及びコア103よりなる光導波路を基板101上に作製した後、V溝104を加工していた。

（2）また、接続精度を出すためには溝の深さ方向だけではなく横方向にも加工精度が必要であることから、通常は、反応性イオンエッチング（RIE）を用いてV溝104を作製していた。

【0006】しかし、石英系光回路部品では基板101上のクラッド厚さがコア上下の全体で40～50μmもあり、このような厚いガラス膜を反応性イオンエッチングで加工してV溝104を作製するには多大な時間がかかるという欠点があった。

【0007】更に、光ファイバ105の径を考慮すると、基板101も加工する必要があるため、基板用と光導波路用に2種類の反応性イオンエッチングを用いなくてはいけないという欠点があった。

【0008】また、複数の光ファイバ105を整列させて複数の光導波路と接続するには基板101の面内における加工精度の均一性を確保する必要があるが、そのためには反応性イオンエッチングの条件を長時間一定に保つことが必要であり、これはプロセス上厳しい制限となっていた。

【0009】更に、反応性イオンエッチングを用いてV溝104を作製する方法では、光導波路に斜め端面を形成することが困難であった。斜め端面を用いた光接続は、反射減衰量を低減化でき且つ信頼性が向上するという点で、光ファイバと光回路部品との接続に必須なものである。

【0010】このような実情から、安価で簡易な、しかも信頼性の高い光ファイバ無調芯接続法が求められていた。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】本発明の課題は、上記従来技術の欠点を解決し、以下の項目①～④を達成することである。

① 溝作製におけるプロセス負担の軽減

② 面内精度の向上

③ 無調芯接続の精度向上

④ 反射防止のための斜め端面接続の実現

【0012】

【課題を解決するための手段】上述した課題を解決する本発明の光ファイバ固定溝付き平面光回路部品は、平面基板上に作製された光導波路部と該光導波路部に接した光ファイバ整列部より構成され、前記光導波路部は、少なくともコアと該コアよりも屈折率の低いクラッドよりなる光導波路よりなり、前記光ファイバ整列部は前記平面基板上に作製され、且つ前記コアと連続する光ファイバ固定用溝よりなる光ファイバ固定溝付き平面光回路部

品において：前記光ファイバ整列部の前記光ファイバ固定用溝近傍は前記平面基板が露出していることを特徴とするものである。

【0013】また、本発明の光ファイバ固定溝付き平面光回路部品の作製方法は、平面基板上にコア及び該コアよりも屈折率の低いクラッドよりなる光導波路部を作製する光導波路部作製工程と、前記平面基板上の前記光導波路部以外の領域に光ファイバ固定用溝を形成する光ファイバ整列部作製工程よりなり、前記光導波路部作製工程のうち、前記光ファイバ整列部作製工程よりも後に行われる工程では、前記光ファイバ整列部をカバーで覆うこと、前記光導波路作製工程の終了後に前記カバーを除去する工程を有することを特徴とし、あるいは、前記カバーを除去する工程の後、光導波路端面を研磨する工程を有することを特徴とする。

【0014】

【作用】本発明の光ファイバ固定溝付き平面光回路部品では、光ファイバ固定用溝の近傍では平面基板が露出しているため、溝形成には従来のような光導波路部（ガラス膜）のエッチングが不要である。従って、プロセスが単純化し、コストが下がる。また、溝形成にガラス膜のエッチングが不要であることから、ウェットエッチング等により光ファイバ固定用溝を形成することができ、面内精度の向上、無調芯接続の精度向上が可能である。更に、光ファイバ固定用溝の近傍では平面基板が露出しているため、光導波路部が無い場合、機械加工等による斜め端面の加工が容易に可能となる。また、特別な材料を必要としないため、材料費及び加工費が安価になる。

【0015】

【実施例】以下、図面を参照して本発明をその実施例とともに説明する。

【0016】＜基本的実施例＞図1は本発明の基本的実施例における光ファイバ固定溝付き平面光回路部品と光ファイバとの接続構造を概念的に示している。図1に示す平面光回路部品はSi平面基板（以下、Si基板と呼ぶ）1上の光導波路部Bと、これに接した光ファイバ整列部Aより構成されている。光導波路部Bは、コア3とこれよりも屈折率の低いクラッド2よりなる光導波路よ\*

＊り構成されている。光ファイバ整列部Aはコア3に連続する光ファイバ固定用V溝4がSi基板1上に作製されたものであり、V溝4の近傍ではSi基板1が露出している。光ファイバ5はV溝4に入れ、その上からガラス製押え板6で固定して光導波路と接続される。符号7は機械加工溝を示す。

【0017】本実施例では、作製手順は後の具体的実施例で述べるが、Si基板1面内の光ファイバ固定用V溝4の精度を均一にするために、溝形成に精度の出やすいSi（シリコン）の異方性エッチング（ウェットエッチング）を用いている。また、Si基板1のウェットエッチングの後に、クラッド膜とコア膜を形成して光導波路部Bを作製している。更に、この膜堆積では、プロセス負担の軽減のために、光ファイバ整列部Aを適当な形状の板で覆って、同部Aにガラス膜を形成しないようにしている。即ち、部分堆積法を採用している。但し、部分堆積法では境界領域が生じるので、光ファイバ接続用端面を光導波路部Bに形成するために機械加工で境界領域を除去している。この境界領域の機械加工ではV溝4の形成のような精密な精度が不要なので、コスト低減につながる。機械加工溝7は境界領域の除去加工でできた溝である。機械加工では、加工用ブレードを斜めにしたり、あるいはテーパ形状のブレードを使用することにより、光導波路の端面を任意の角度に設定することが可能となる。

【0018】次に、図2を参照してV溝精度について説明する。図2には本発明における接続での光ファイバ5のコア5Aと、光導波路部Bのコア3との位置関係を示している。図2中、1はSi基板、2Aは下部クラッド、2Bは上部クラッド、3は光導波路のコア、4はV溝、5は光ファイバ、5Aは光ファイバのコアである。

【0019】図2において、下部クラッド2Aの厚さをd、コア3の寸法をa、光ファイバ5の半径をr、V溝4の角度を $2\theta$ とすると、V溝4の深さXと幅Wが次式（1）、式（2）で与えられる値である場合に、光ファイバ5と光導波路部Bで光軸が無調芯で一致する。

【数1】

$$X = (r / \sin \theta) - (d + a / 2) \quad \cdots \text{式 (1)}$$

【数2】

$$W = 2X \tan \theta \\ = 2 \{ (r / \sin \theta) - (d + a / 2) \} \tan \theta \quad \cdots \text{式 (2)}$$

【0020】ここで、V溝4の深さXと幅Wは作製上ウェットエッチングにより正確に制御することができる。従って、光接続損失は式（1）、式（2）より、下部クラッド2Aの厚さdの作製精度に依存することになる。クラッド厚の作製方法には各種あるが、例えば厚膜堆積に優れたFHD（火炎堆積法）を適用すればクラッド厚dの作製精度は通常 $\pm 1 \mu\text{m}$ になり、充分低い接続損失が得られる。

【0021】接続対象の光ファイバ5の端面は、光導波路端面が直角である場合には、通常ファイバカッターによる切断面で良い。光導波路端面が斜めに加工されている場合は、光ファイバ5の端面も斜めに研磨する。なお、斜め端面接続における両者の角度のずれは、接続間隔のずれ（Z軸）になるが、これは接続損失にはそれほど影響を与えない。

【0022】＜具体的実施例1＞次に、図3～図6を参

照して本発明の具体的実施例1を説明する。図3と図4は本具体的実施例1における光ファイバ固定溝付き平面光回路部品の断面図と側面図、図5は本具体的実施例1における作製工程図、図6は接続損失の評価結果を示す図である。

【0023】図3～図5における符号で、1はSi基板、2はクラッド、2Aは下部クラッド、2Bは上部クラッド、3はコア、4はV溝、5は8芯テーパー光ファイバ、6はガラス製押え板、7は機械加工溝、8は被覆、9はSi基板のざぐり部、10は光ファイバ押え用UV（紫外線硬化型）接着剤、11と15はガラスカバー、12と16はFHD法で堆積したガラス微粒子膜、13と17は透明化したガラス膜、14はコアパターンをそれぞれ示している。

【0024】まず、作製方法を説明すると、以下の手順(1)～(14)で光ファイバ溝付き平面光回路部品を作製した。

【0025】手順(1)：4インチのSi基板1に熱酸化膜を0.5 $\mu$ m厚に形成した。

【0026】手順(2)：レジストでSi基板1上にV溝作製用パターンを形成し、反応性イオンエッチングで熱酸化膜をエッチングした。

【0027】手順(3)：Siのウェットエッチングで、図5(A)に示すように、Si基板1上にV溝4を形成した。

【0028】手順(4)：コア位置合わせ用マーカも、V溝形成と同時に形成した。

【0029】手順(5)：図5(B)に示すように、V溝4とその近傍をガラスカバー11で覆った。

【0030】手順(6)：図5(C)に示すように、FHD法で、下部クラッド及びコア膜となるガラス微粒子膜12を堆積した。

【0031】手順(7)：図5(D)に示すように、ガラスカバーを外してガラス微粒子膜を透明化し、ガラス膜13とした。

【0032】手順(8)：下部クラッド膜(15 $\mu$ m)とコア膜(7 $\mu$ m)の屈折率差 $\Delta$ を約4.5%に調製した。

【0033】手順(9)：図5(E)に示すように、コアパターン14をフォトリソグラフィと反応性イオンエッチングで形成した。

【0034】手順(10)：図5(F)に示すように、V溝4とその近傍を再度ガラスカバー15で覆った。

【0035】手順(11)：同じく図5(F)に示すように、FHD法で上部クラッド膜となるガラス微粒子膜16を堆積した。

【0036】手順(12)：図5(G)に示すように、ガラスカバーを外してガラス微粒子膜を透明化し、ガラス膜17とした。

【0037】手順(13)：図5(H)に示すように、幅

2mmと深さ0.3mmの溝7を機械加工により形成し、光導波路部の境界領域を除去した。但し、端面は垂直とした。

【0038】手順(14)：個々のチップに切断した。

【0039】本実施例における接続損失を評価するため、8本の直線の光導波路のパターンの両端に図3、図4に示すように、1組の8芯テーパー光ファイバ5を接続した。この接続では、8芯テーパー光ファイバ5をファイバカッターで端面を揃えて切断し、V溝4の上に乗せた。この切断方法は非常に簡便であり、接続コストの著しい低減につながる。また、光ファイバ5と光導波路の接続端面には、図示はしないが、屈折率が石英ガラスと同じ紫外線硬化型接着剤を注入し、反射を低減した。更に、図3、図4に示すように光ファイバ5の上部にガラス製押え板6を載せ、同じく図示しない紫外線硬化型接着剤で固定した。また、折れ曲りによる光ファイバ5の切断を防止するため、Si基板1の端部にざぐり部9を形成し、光ファイバ5の被覆8部分をUV接着剤10で同ざぐり部9を固定した。

【0040】上述した接続構造についてカットバック法で測定した各ポートの接続損失(両端を含む)は図6に示す通りであり、ほぼ均一な損失になり、接続損失の平均として片端で0.2dB/点が得られた。この結果より、本発明の有効性が確認された。

【0041】＜具体的実施例2＞次に、図7を参照して本発明の具体的実施例2を説明する。図7中の符号で、1はSi基板、2Aは下部クラッド、2Bは上部クラッド、3はコア、4はV溝、5は光ファイバ、6はガラス製押え板、7は機械加工溝、8は被覆、9はSi基板ざぐり部、10は光ファイバ押え用紫外線硬化型接着剤を示している。

【0042】図7に示した平面光回路部品及びその作製方法は、先に説明した具体的実施例1ほぼ同じである。但し、本具体的実施例2では、下部クラッド2Aの堆積とコア3の堆積とを別々に行い、下部クラッド2Aを厚めに堆積した。そして、接続精度を良くするために、下部クラッド2Aのバックエッチングを行って、下部クラッド厚を15 $\mu$ mになるようにした。クラッド2A、2Bとコア3との屈折率差 $\Delta$ は0.45%とした。また、図7に示すように、光導波路部の境界領域を除去する機械加工では、側面が8°に傾いた加工用ブレードを用いて溝7を加工することにより、光導波路側の端面を斜めに形成した。

【0043】一方、斜め端面の接続のために、8芯テーパー光ファイバ5を図示しないガラス基板に形成したV溝に入れ、ガラス板で押えてエレクトロニックワックスで固定し、この状態で光ファイバ端面を8°に研磨した後、加熱してガラス基板から外し、洗浄した。ここで用いた光ファイバ5は通常の単一モード光ファイバである。

【0044】このような8芯テーパー光ファイバ5を、そ

の研磨面と光導波路の機械加工端面とが一致する向きで平面光回路部品のV溝4に入れ、光ファイバ端面を光導波路端面に押し付けた状態で、具体的実施例1と同じく、端面間、ガラス製押え板6、被覆8において紫外線硬化型接着剤10で光ファイバ5を固定した。

【0045】上述した接続構造についてカットバック法で各ポートの接続損失（両端を含む）を測定したところ、ほぼ均一な損失になり、接続損失の平均として片端で0.2 dB/点が得られた。また、接続界面における反射減衰量を干渉型反射測定器で評価したところ、反射減衰量は-60 dB以上であった。以上の結果より、本発明の有効性が確認された。

【0046】＜具体的実施例3＞本具体的実施例3では、図示はしないがSi基板を用い、V溝形成は下部クラッドの作製後に行った。そして、下部クラッド作製時には、V溝作製予定部分をガラス板で覆っておき、この部分にガラス膜が形成されないようにした。その他の作製方法及び作製条件は、先の具体的実施例2とほぼ同じであり、光導波路端面を8°に機械加工した。従って平面光回路部品の構造としては、図7と同じである。

【0047】また、本具体的実施例3では、幅の異なるV溝作製のマスクを数種類用意しておき、下部クラッドの厚さを測定して厚さに応じて用いるV溝作製用マスクを変えた。具体的には、下部クラッド厚の平均値が14.0 μmであったので、V溝の幅が126 μmとなるようなマスクを選んで用いた。これにより、更に正確な無調芯光ファイバ接続が実現できた。

【0048】上記各実施例ではガラス膜の形成にFHD法を用いたが、CVD法（化学堆積法）、ECR（エレクトロ・サイクロトロン・レゾナンス）法、スパッタ法などを用いても良い。また、V溝作製は具体的実施例1、2のように最初でも、あるいは具体的実施例3のように下部クラッド堆積後でも、更にはコア堆積後、または上部クラッド堆積後いずれも良い。

【0049】

【発明の効果】本発明によれば、光ファイバ固定用溝の近傍では平面基板が露出しているため、溝形成には従来のような光導波路部（ガラス膜）のエッチングが不要である。従って、プロセスが単純化し、コストが下がる。また、溝形成にガラス膜のエッチングが不要であること

＊ることができる。面内精度の向上、無調芯接続の精度向上が可能である。更に、光ファイバ固定用溝の近傍では平面基板が露出していて、光導波路部が無い場合、機械加工等による斜め端面の加工が容易に可能となる。また、特別な材料を必要としないため、材料費及び加工費が安価になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明における光ファイバ固定溝付き平面光回路部品の基本的構造を示す斜視図。

【図2】光ファイバと光導波路の位置関係を示す図。

【図3】本発明における具体的実施例1の光ファイバ固定溝付き平面光回路部品の断面図。

【図4】同具体的実施例1の光ファイバ固定溝付き平面光回路部品の側面図。

【図5】同具体的実施例1の光ファイバ固定溝付き平面光回路部品の作製工程を示す図。

【図6】同具体的実施例1の光ファイバ固定用溝付き平面光回路部品の接続損失を示す図。

【図7】本発明における具体的実施例2の光ファイバ固定溝付き平面光回路部品の側面図。

【図8】従来例を示す図。

【符号の説明】

A 光ファイバ整列部

B 光導波路部

1 Si平面基板

2 クラッド

2A 下部クラッド

2B 上部クラッド

3 コア

4 光ファイバ固定用V溝

5 光ファイバ

5A コア

6 ガラス製押え板

7 機械加工溝

8 被覆

9 ざぐり部

10 紫外線硬化型接着剤

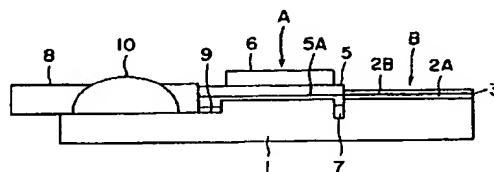
11, 15 ガラスカバー

12, 16 ガラス微粒子膜

13, 17 透明化したガラス膜

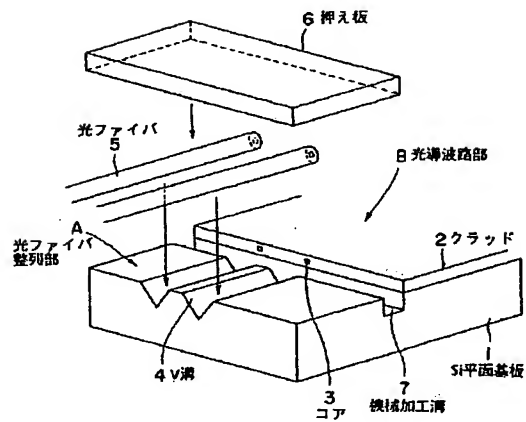
14 コアパターン

【図4】

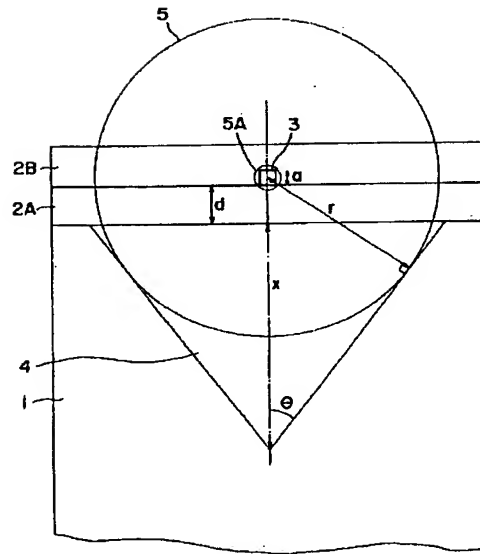


【図1】

基本的実施例

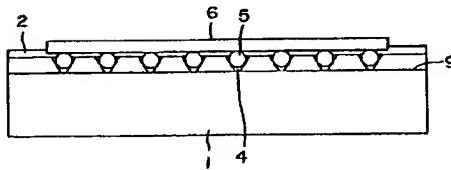


【図2】

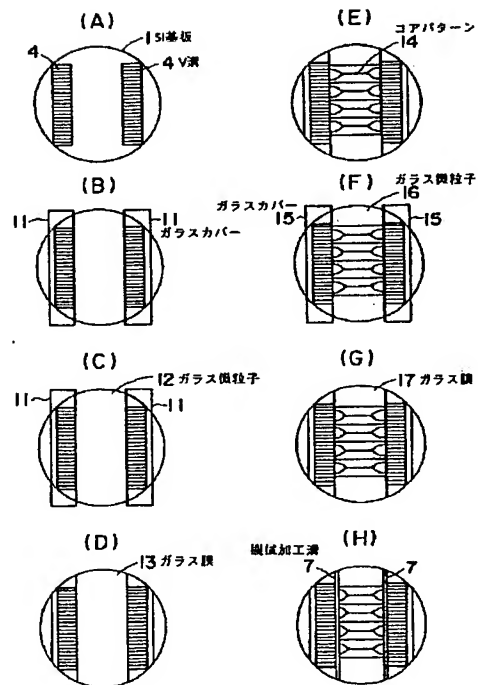


【図3】

具体的実施例1

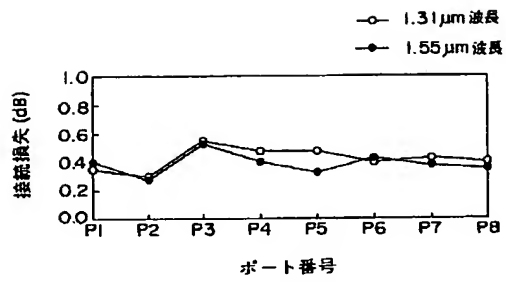


【図5】



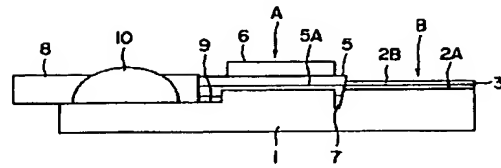


【図6】



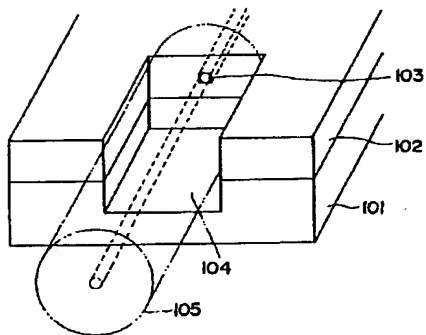
【図7】

具体的実施例2



【図8】

従 来



フロントページの続き

(72)発明者 柳沢 雅弘  
 東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日  
 本電信電話株式会社内

THIS PAGE BLANK (USPTO)  
BEING AVAILABLE COPY

THIS PAGE BLANK (USPTO)